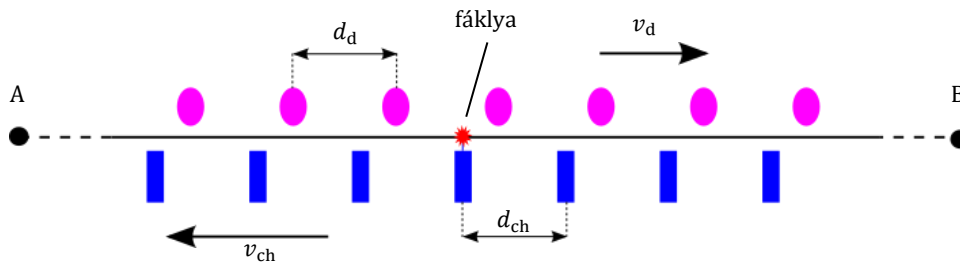


1. Az olimpiai láng

Egy iskolában megrendezték az olimpiai láng tradícióját. A lángvivő lányok és fiúk egy hosszú egyenes mentén haladtak egymással szemben, azonos $d_d = d_{ch} = 4,50$ m távolságban követve egymást (F–1 ábra). A lányok állandó v_d sebességgel haladtak az A ponttól a B pont irányában (az F–1 ábrán a vonal felett), míg a fiúk az ellenkező irányban haladtak állandó v_{ch} sebességgel (az F–1 ábrán a vonal alatt). Minden találkozáskor a fáklyát átadták a legközelebbi szemben haladó személynek (a fiúk a lányoknak, a lányok a fiúknak) – az F–1 ábra egy olyan pillanatban mutatja a fáklyát, amikor egy fiú viszi. A fáklyát mindenki azonos ideig, $t_p = 2,00$ s-ig hordozza.



F–1 ábra

- Mekkora volt a fiúk és a lányok közti Δv sebességkülönbség, ha a fáklya $v_1 = 7,50$ m/min átlagsebességgel haladt a B ponttól az A pont irányában? (Az átlagsebességet attól a pillanattól számítjuk, amikor egy fiú megkapja a fáklyát, és addig a pillanatig, amikor a következő fiú kapja meg.)
- Mekkora sebességgel haladnak a lányok (v_d), és mekkorával a fiúk (v_{ch})?
- Mekkora d_{d2} értékre kell megváltoztatniuk a lányoknak az egymásközi távolságukat, hogy a fáklya átlagsebessége $v_{pr} = 0,00$ m/s legyen? (A lányok haladási sebessége nem változik, és fiúk haladási sebessége, valamint a köztük levő távolság sem változik.)

2. Hőmérsékleti skálák

Az első kalibrált hőmérsékleti skálát Ole Christien Rømer¹ dán csillagász definiálta 1701-ben. A Rømer-skála egysége a Rømer-fok, jele °Rø. Daniel Gabriel Fahrenheit² német fizikus, a Rømerrel való találkozás után megalkotta a saját kalibrált hőmérsékleti skáláját, amelyet az angolszász országokban a mai napig is használnak. A Fahrenheit skála egysége a Fahrenheit-fok, jele °F. A fizikusok a Celsius-skálát kezdték el használni és az meghonosodott a hétköznapi életben is. Miután kiderült, hogy a természetben nem létezik alacsonyabb hőmérséklet, mint $-273,15\text{ °C}$, a fizikusok bevezették a Kelvin-skálát (abszolút hőmérsékleti skálát). A legalacsonyabb hőmérséklet 0 K , míg a *kelvinben* kifejezett hőmérsékletkülönbség megegyezik a Celsius-fokban megadott hőmérsékletkülönbséggel, tehát 1 °C hőmérséklet-különbség egyenlő 1 K hőmérséklet-különbséggel.

Rømer-skála: 0 °C -nak $7,5\text{ °Rø}$ felel meg, míg hőmérséklet-különbségekre $1\text{ °C} = \frac{40}{21}\text{ °Rø}$.

Fahrenheit-skála: 0 °C -nak 32 °F felel meg, míg hőmérséklet-különbségekre $1\text{ °C} = \frac{9}{5}\text{ °F}$.

Kelvin-skála: 0 °C -nak $273,15\text{ K}$ felel meg, míg hőmérséklet-különbségekre $1\text{ °C} = 1\text{ K}$.

a) Add meg a Celsius-skála definícióját!

b) Töltsd ki a táblázat üres részeit (két tizedeshelyre kerekítve az értékeket), és tüntesd fel a megfelelő egység jelét.

	leírás	Rømer	Fahrenheit	Celsius	Kelvin
1	a sóoldat fagyáspontja	$0,00\text{ °Rø}$		$-14,29\text{ °C}$	
2	átlagos testhőmérséklet		$97,70\text{ °F}$		
3	a Földön mért legalacsonyabb hőmérséklet			$-89,2\text{ °C}$	
4	a Nap felszíni hőmérséklete				5800 K
5	a Földön mért legmagasabb hőmérséklet	$37,27\text{ °Rø}$			
6	a hőmérséklet, amelynél a víz sűrűsége a legnagyobb		$39,16\text{ °F}$		
7	a desztillált víz forráspontja normális légköri nyomáson				
8	a desztillált víz fagyáspontja normális légköri nyomáson				

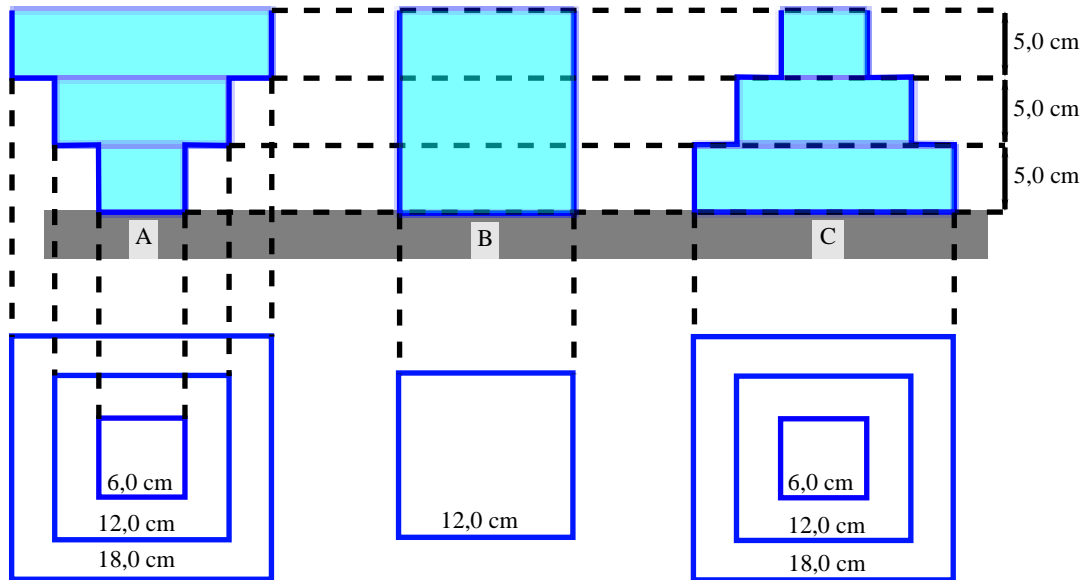
¹ Rømer (kiejtése [rømer]) ma inkább arról ismeretes, hogy elsőként mérte meg sikeresen a fény terjedési sebességét vákuumban. Ne keverjük össze a Réaumur-skálával (Réaumur, [reomur] – francia tudós), később keletkezett!

² Fahrenheit (kiejtése [farnhait]).

3. A tej

Vannak folyadékok, amelyek különböző összetevők homogén elegyéből állnak, mint például a tej. Ha a tejet állni hagyjuk, a nagy zsírtartalmú tejszín elkülönül a tej többi részétől. Az edényben jól látható felsőréteget hoz létre, miközben a folyadék teljes térfogata nem változik. A frissen fejt tej sűrűsége (10 °C-on) $\rho_m = 1,033 \text{ g/cm}^3$. Miután a tejszín különválik, a maradék zsírszegény tej sűrűsége $\rho_{m0} = 1,035 \text{ g/cm}^3$, a tejszíné $\rho_s = 1,005 \text{ g/cm}^3$.

Az F–2 ábrán eltérő alakú poharak láthatók egy vízszintes alátétlen. Színültig töltöttük őket frissen fejt tejjel.



F–2 ábra

- Mekkora a tejjel színültig töltött poharak tömege, ha az üres poharak mindegyikének tömege $m = 100,0 \text{ g}$?
- Mekkora volt a hidrosztatikus nyomás az A, B, C poharak alján, miután frissen fejt tejet öntöttük beléjük?
- Hogyan változik meg a nyomás az A, B és C poharak alján, miután a tejszín elválik a tej többi részétől?

A poharak vízszintes keresztmetszete mindig négyzet alakú, az F–2 ábrán megadott oldalak hosszúságával. A gravitációs állandó $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

4. Tojásfőzés

Peti szereti a lágytojást. Olvasott róla, hogy a lágytojás főzésekor a tojás közepének hőmérséklete el kell, hogy érje a 63 °C fokot. Mivel nem tudja megmérni főzés közben a tojás közepén a hőmérsékletet, kísérletezéssel derítette ki a legjobb eljárást. Egy kis, függőleges falú edénybe $V = 0,50\text{ l}$ vizet önt (tojások nélkül 10 cm magasan áll a víz az edényben). A $P = 900\text{ W}$ teljesítményű főzőlapon melegíti a vizet. Amikor forni kezd, beletesz három tojást, majd $t_1 = 4,0$ percig főzi őket.

- Mekkora egy $m = 62,0\text{ g}$ tömegű tojás hőkapacitása?
- Mennyi hőt (Q_p) kell a kezdeti $t_0 = 10,0\text{ °C}$ hőmérsékletű fedővel lefedett edénynek (a vízzel együtt) átadni, hogy a víz forni kezdjen?
- Mennyi ideig tart összesen Petinek megfőznie három tojást, ha a tojások, edény és víz kezdeti hőmérséklete $t_0 = 10,0\text{ °C}$?

Peti nővére mosolyog a konyhai kísérletein. Ő fogja ugyanazt az edényt, önt bele $1,0\text{ cm}$ vizet, lefedi a fedővel, és ugyanazon a főzőlapon forrásba hozza a vizet, majd a három tojást az edény aljára helyezi, és az edényt lefedi a fedővel. A tojásokat párában főzi, szintén $t_1 = 4,0$ percig.

- Mennyi ideig tart összesen Peti nővérének párában megfőznie a tojásokat, és hány százalékát spórolja meg annak az energiának, amit Peti használna el?

A tojássárgájának fajlagos hőkapacitása $c_z = 3120\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$,

a fehérjéé $c_b = 3800\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$,

a tojáshéjájé $c_s = 888\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$.

Egy tojás teljes tömegéből

a sárgája $p_z = 26,0\%$, a fehérje $p_b = 64,0\%$, a tojáshéja $p_s = 10,0\%$.

Az edény és fedelének hőkapacitása $C_h = 250\text{ J}/\text{°C}$, a víz forráspontja $t_v = 100\text{ °C}$, a víz fajlagos hőkapacitása $c = 4180\text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{°C})$, sűrűsége $\rho = 1,00\text{ g}/\text{cm}^3$.

Megjegyzés: A főzőlap mindig P teljesítményen üzemel, a környezetnek leadott hő elhanyagolhatóan kicsi, ne vegyétek figyelembe!

63. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie F

Autori návrhov úloh:

Boris Lacsný (1, 2), Aba Teleki (3, 4)

Recenzia:

Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022